

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
15. September 2005 (15.09.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/085765 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G01D 5/347**,  
H02K 33/10, F16F 9/32

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/050952

(22) Internationales Anmeldedatum:  
3. März 2005 (03.03.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
10 2004 010 403.4 3. März 2004 (03.03.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **BSH BOSCH UND SIEMENS HAUSGERÄTE  
GMBH** [DE/DE]; Carl-Wery-Str. 34, 81739 München  
(DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BECHTOLD, Mario**

[DE/DE]; Mozartstrasse 17, 91334 Hemhofen (DE).  
**NUNNINGER, Stefan** [DE/DE]; Gebbertstr.160, 91058  
Erlangen (DE). **REINSCHKE, Johannes** [DE/DE];  
Roritzer Str. 8, 90419 Nürnberg (DE).

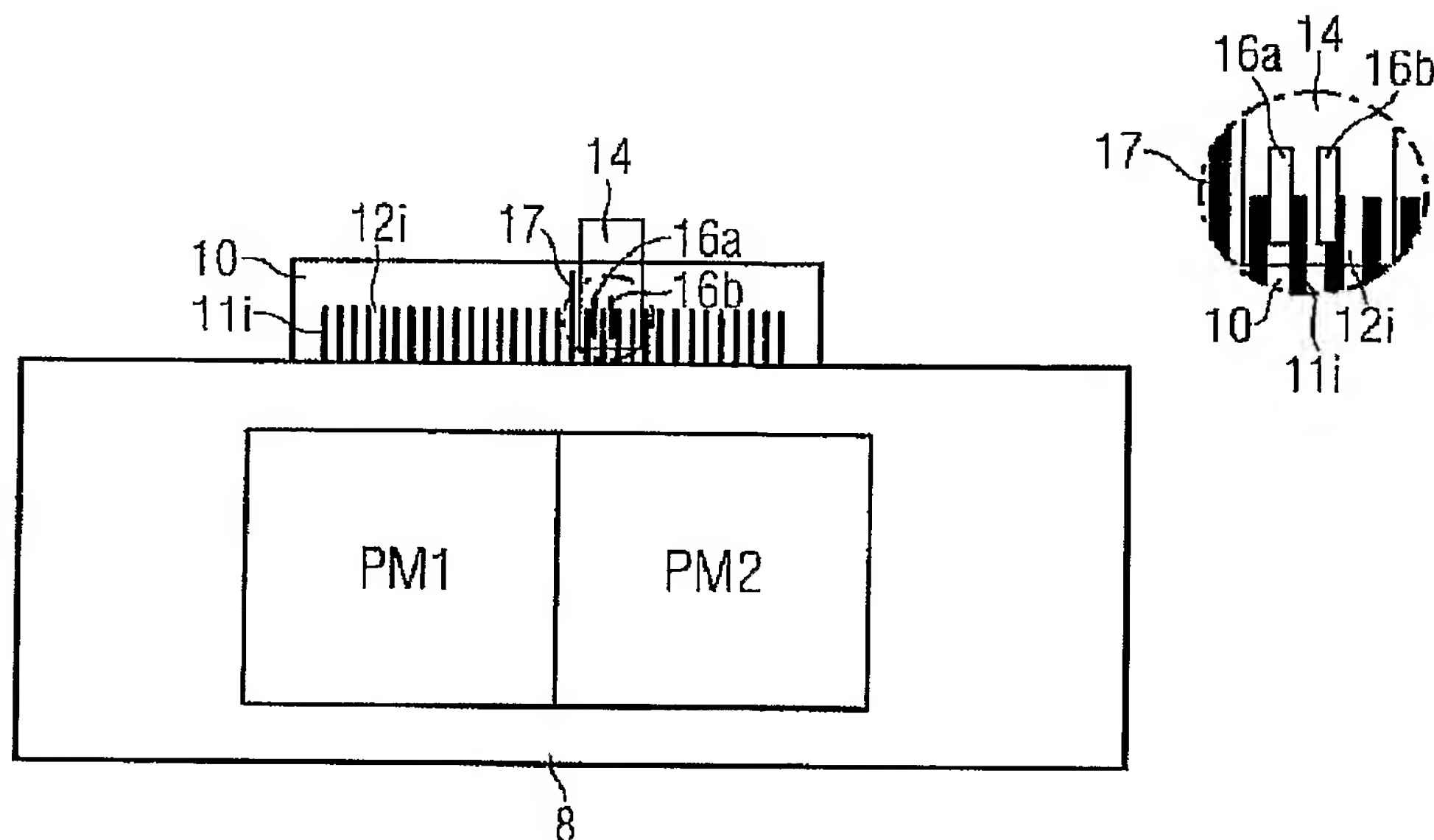
(74) Gemeinsamer Vertreter: **BSH BOSCH UND SIEMENS  
HAUSGERÄTE GMBH**; Carl-Wery-Str. 34, 81739  
München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ,  
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA,  
ZM, ZW.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: REVERSING LINEAR DRIVE COMPRISING MEANS FOR DETECTING AN ARMATURE POSITION

(54) Bezeichnung: REVERSIERENDER LINEARANTRIEB MIT MITTELN ZUR ERFASSUNG EINER ANKERPOSITION



(57) Abstract: The invention relates to a reversing linear drive which comprises a field coil and a magnetic armature (8) that is excited by the magnetic field of the field coil to perform a linear, axially oscillating movement. In order to detect the armature position, the drive is provided with a stripe pattern element (10) with an alternating arrangement of transparent and opaque stripes (12 or 11i) or of light-reflecting stripes and non-light-reflecting stripes which extends at least across the entire axial armature stroke, and with a light barrier (14) with elements that emit and receive light in a direction perpendicular to the axial direction.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/085765 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

(57) **Zusammenfassung:** Der reversierende Linearantrieb enthält Erregerwicklung und einen magnetischen Anker (8), der von dem Magnetfeld der Erregerwicklung in eine lineare, axial oszillierende Bewegung zu versetzen ist. Zur Erfassung der Ankerposition sollen ein sich zumindest über den gesamten axialen Ankerhub erstreckendes Streifenmusterelement (10) mit alternierender Anordnung von lichtdurchlässigen und nichtlichtdurchlässigen Streifen (12 bzw. 1 li) oder von lichtreflektierenden Streifen und nicht-lichtreflektierenden Streifen sowie eine Lichtschranke (14) mit senkrecht bezüglich der axialen Richtung lichtaussendenden und lichtempfangenden Teilen vorgesehen sein.

## Beschreibung

### Reversierender Linearantrieb mit Mitteln zur Erfassung einer Ankerposition

- [001] Die Erfindung bezieht sich auf einen reversierenden Linearantrieb
- mit mindestens einer mit einem veränderlichen Strom zu beaufschlagenden Erregerwicklung,
  - mit einem magnetischen Anker, der von dem Magnetfeld der Erregerwicklung in eine lineare, in einer axialen Richtung mit einem Ankerhub oszillierende Bewegung zu versetzen ist,
- [002] sowie
- mit Mitteln zur Erfassung der Ankerposition.
- [003] Ein solcher Linearantrieb geht aus der JP 2002-031054 A hervor.
- [004] Entsprechende Linearantriebe werden insbesondere dafür eingesetzt, Pumpkolben von Verdichtern in eine lineare, oszillierende Schwingung zu versetzen. Das System aus einem derartigen Verdichter und Linearantrieb wird deshalb auch als Linearverdichter bzw. –kompressor bezeichnet (vgl. die eingangs genannte JP-A-Schrift). Bei entsprechenden bekannten Linearverdichtern bildet der z.B. über wenigstens ein Federelement schwingungsfähig aufgehängte Anker ein Feder-Masse-System, das für eine bestimmte Schwingungsfrequenz ausgelegt ist. Dabei wirkt der Verdichter mit seiner Kraft-Weg-Kennlinie in gewisser Weise auch wie eine Feder, die zu der verwendeten Feder quasi parallelgeschaltet ist und somit die Eigenfrequenz des Systems mitbestimmt.
- [005] Zu einer Steuerung des Ankerposition solcher reversierender Linearantriebe ist vielfach eine möglichst genaue Erfassung der aktuellen, d.h. tatsächlichen Ankerposition wünschenswert. Hierzu wird bisher entweder die Ankerposition nicht-kontinuierlich erfasst, z.B. diskontinuierlich durch Schließen eines elektrischen Kontaktes, wenn der Anker eine bestimmte Position erreicht hat. Auch eine kontinuierliche Positionsmessung ist bekannt, z.B. über die in der Erregerwicklung induzierte Spannung. Entsprechende Erfassungen der Ankerposition sind jedoch verhältnismäßig ungenau.
- [006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, den reversierenden Linearantrieb mit den eingangs genannten Merkmalen dahingehend auszubilden, dass eine hochauflösende Positionsbestimmung der jeweiligen Ankerposition ermöglicht wird.
- [007] Diese Aufgabe wird mit den in Anspruch 1 angegebenen Maßnahmen gelöst. Demgemäss soll der reversierende Linearantrieb mit den eingangs genannten

Merkmale dahingehend ausgebildet sein, dass seine zumindest zur Erfassung der Ankerposition vorgesehenen Mittel ein sich zumindest über den gesamten axialen Ankerhub erstreckendes Streifenmuster-element mit alternierender Anordnung von lichtdurchlässigen und nicht-lichtdurchlässigen Streifen oder von lichtreflektierenden und nicht-lichtreflektierenden Streifen sowie wenigstens eine Lichtschranke mit lichtaussendenden und lichtempfangenden Teilen, deren Lichtstrahlen zumindest annähernd senkrecht bezüglich der axialen Richtung und des Streifenmuster-elementes ausgerichtet sind, aufweisen.

[008] Die mit dieser Ausgestaltung des Linearantriebs verbundenen Vorteile sind insbesondere darin zu sehen, dass eine Positionsmessung und/oder einer aus der Positionsmessung und einer Zeitmessung ableitbaren Geschwindigkeitsmessung des Ankers sehr genau und sehr preiswert unter Verwendung bekannter Lichtschranken ermöglicht wird. Auch eine z.B. drucktechnische Herstellung des Streifenmuster-elementes, beispielsweise nach Art eines "Bar-Codes", ist ebenfalls kostengünstig und mit ausreichender Präzision möglich. Die genaue und kontinuierliche Ankerpositionsmessung erlaubt dann eine genauere Regelung der Ankerposition insbesondere eines Linearverdichters und trägt so zu einem besseren Wirkungsgrad dieses Verdichters bei. Außerdem gestattet die Positionsmessung zusätzlich größere Toleranzen in der Fertigung, da die absolute Position eines oberen Totpunktes des Ankerhubs relativ zu einer Referenzmarke mit minimalem Zusatzaufwand gemessen und z.B. in einer Motorsteuerung hinterlegt werden kann.

[009] Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen reversierenden Linearantriebs gehen aus den abhängigen Ansprüchen hervor. Dabei kann die Ausführungsform nach Anspruch 1 mit den Merkmalen eines der Unteransprüche oder vorzugsweise auch mit denen aus mehreren Unteransprüchen kombiniert werden. Demgemäß können für den Linearantrieb zusätzlich noch folgende Merkmale vorgesehen werden:

- Das Streifenmuster-element kann zweckmäßig mit dem Anker starr verbunden sein. Gegebenenfalls ist aber auch möglich, dass die mindestens eine Lichtschranke mit dem Anker beweglich angeordnet wird.
- Außerdem kann die Lichtschranke vorteilhaft als eine Doppellichtschranke ausgebildet sein. Eine solche Lichtschranke ermöglicht eine doppelt genaue Ortsauflösung und eine einfache Erfassung der Richtungsumkehr in der Ankerbewegung.
- Ferner können die lichtdurchlässigen Streifen und die nicht-lichtdurchlässigen Streifen oder die lichtreflektierenden Streifen und die nicht-lichtreflektierenden Streifen jeweils die gleiche axiale Ausdehnung aufweisen. Gegebenenfalls sind aber auch ungleiche, sich sogar in Abhängigkeit von der axialen Position ändernde axiale Ausdehnungen der einzelnen Streifen



möglich.

- Außerdem oder dabei kann die axiale Ausdehnung der lichtdurchlässigen und/oder nicht-lichtdurchlässigen bzw. der lichtreflektierenden und/oder der nicht-lichtreflektierenden Streifen jeweils unter 0,25 mm liegen.
- Das Streifenmusterelement kann insbesondere kammartig ausgebildet sein.
- Besonders vorteilhaft kann das Streifenmuster des Streifenmusterelementes zusätzlich mindestens einen gesondert auswertbaren Triggerstreifen aufweisen. Entweder kann dieser Triggerstreifen von der vorhandenen Lichtschranke mit erfasst werden; stattdessen ist es auch möglich, das hierzu auch eine weitere (Einfach-)Lichtschranke vorgesehen ist. Mit einem solchen Triggerstreifen kann insbesondere eine Kalibrierung der Absolutposition des Ankers vorgenommen werden.
- Selbstverständlich können neben den Mitteln zur Positionserfassung des Ankers zusätzlich noch weitere Mittel zu einer Erfassung seiner Geschwindigkeit und/oder der Bewegungsrichtung vorgesehen sein.

[010] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen reversiblen Linearantriebs gehen aus den vorstehend nicht angesprochenen Unteransprüchen und der Zeichnung hervor.

[011] Die Erfindung wird nachfolgend an Hand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnung noch weiter erläutert. Von deren Figuren zeigen

[012] Figur 1 im Querschnitt einen Teil durch einen erfindungsgemäßen reversierenden Linearantrieb,

[013] deren Figuren 2 und 3 zwei Ausbildungsmöglichkeiten einer Doppellichtschranke für eine solche Antrieb,

[014] deren Figur 4 ein simuliertes Messdiagramm einer zeitabhängigen Ankerpositionsmessung unter Verwendung einer entsprechenden Doppellichtschranke

[015] und

[016] deren Figur ein simuliertes Messdiagramm einer zeitabhängigen Ankergeschwindigkeitsmessung mit einer solchen Doppellichtschranke.

[017] In den Figuren sind sich entsprechende Teile jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

[018] Bei dem in Figur 1 angedeuteten reversiblen Linearantrieb nach der Erfindung wird von an sich bekannten Ausführungsformen ausgegangen, wie sie für Linearverdichter vorgesehen werden (vgl. die eingangs genannte JP-A-Schrift). Die Figur zeigt schematisch im Wesentlichen nur den oberen Teil eines Querschnitts durch einen solchen Linearantrieb 2; d.h., in der Figur sind nur die Einzelheiten dargestellt, die sich auf einer Seite einer Achse oder Ebene A, welche sich in einer axialen Schwin-

gungsrichtung erstreckt, befinden. Weitere, nicht dargestellte Teile sind an sich bekannt. Der Linearantrieb 2 umfasst mindestens eine Erregerwicklung 4, der wenigstens ein magnetflussführender Jochkörper 5 zugeordnet ist. In einer kanalartigen oder schlitzartigen Bereich 7 unterhalb dieses Jochkörpers befindet sich ein magnetischer Anker oder Ankerteil 8 mit beispielsweise zwei axial hintereinander angeordneten Permanentmagneten. Deren Magnetisierungsrichtungen sind durch gepfeilte Linien m1 und m2 angedeutet sind. Der auch als "Ankerschlitten" bezeichnete Anker weist axial seitliche, nicht näher ausgeführte Verlängerungsteile auf. Er kann in dem veränderlichen Magnetfeld der Wicklung 4 in axialer Richtung eine oszillierende Bewegung z.B. um eine Position(smarke) P ausführen. Für die Darstellung in der Figur wurde vereinfachend davon ausgegangen, dass die Oszillation bzgl. der Position P so erfolgt, dass die maximale Auslenkung aus dieser Position in axialer Richtung x, d.h. die Schwingungsamplitude, mit den Werten +L bzw. -L zu bezeichnen ist. Der Ankerhub H wäre folglich  $|2L|$ . Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass diese Position P nicht ortsfest sein muss. Insbesondere beim einem Einschwingvorgang kann die Position P deutlich von der für eine Ankerbewegung unter Normalbedingungen angenommenen abweichen. D.h., die Ankerschwingung ist im Allgemeinen nicht andauernd symmetrisch zur Position P. Sähe man die Position P als ortsfest an, so wären die diesbezüglich positiven und negativen Hubanteile vielfach nicht gleich groß.

[019] Wie ferner in der Figur angedeutet ist, können bei dem gewählten Ausführungsbeispiel zwei ortsfest eingespannte Blattfedern 9 und 9' zu beiden Seiten der Position P an verlängerten Teilen des Ankers 8 angreifen. Ferner kann vorteilhaft an zumindest einer Seite des Verlängerungsteils des Ankers 8 dieser starr mit einem Pumpkolben eines in der Figur nicht näher dargestellten Verdichters V verbunden sein.

[020] Figur 2 zeigt den Anker 8 eines erfindungsgemäßen Linearantriebs mit zwei Permanentmagneten PM1 und PM2. Auf dem Anker befindet sich quasi als ein "Reiter" ein Streifenmuster-element 10 in Form eines Lichtschrankenkamms, wie er z.B. von linearen optischen Sensoren her bekannt ist (vgl. das Buch

[021] "Linear Synchronous Motors : Transportation and Automation Systems" von J.F.Gieras & Z.J.Piech, CRC Press, USA, 2000, Seiten 149 bis 167). Das Streifenmuster-element 10 weist in axialer Richtung alternierend hintereinander angeordnete lichtundurchlässige, linienartige Streifen 11i und entsprechende lichtdurchlässige, linienartige Streifen 12i auf, die vorzugsweise alle eine gleiche axiale Ausdehnung bzw. Breite von insbesondere unter 0,25 mm besitzen. Zur Verdeutlichung sind in der Figur die Streifen 11i durch schwarze Linien und die dazwischen liegenden lichtdurchlässigen Streifen 12i durch hell gelassene Zwischenräume veranschaulicht. Vorzugsweise deckt die Anordnung aus lichtdurchlässigen und lichtundurchlässigen

Streifen zumindest den gesamten axialen tatsächlichen Hub H des Ankers 8 ab.

[022] Der Lichtschrankskamm kann aus lichtundurchlässigem Material bestehen und mechanisch zackenförmig ausgebildet sein. Alternativ besteht er aus lichtdurchlässigem Material und ist mit einem lichtundurchlässigen Streifenmuster bedruckt. Wenn der Ankerschlitten selbst aus lichtdurchlässigem Material besteht (z.B. GFK, das IR-durchlässig ist), so kann der Lichtschrankskamm auch durch direktes Bedrucken des Schlittenmaterials erzeugt werden.

[023] Der Lichtschrankskamm 10, der sich mit dem Anker 8 bewegt, durchfährt eine unbewegliche, ortsfest installierte Transmissions-Lichtschrankschranke 14, deren alternierendes Signal über die bekannte Periodenlänge (= Breite zweier benachbarter Streifen, von denen einer lichtdurchlässig und der andere lichtundurchlässig ist) des Lichtschrankskamms eine Positionsmessung zulässt. Für das Ausführungsbeispiel sei eine Doppellichtschrankschranke ausgewählt, obwohl auch eine Einfach-Lichtschrankschranke geeignet ist. Eine Doppellichtschrankschranke ermöglicht eine doppelt genaue Ortsauflösung und eine Erfassung der Richtungsumkehr der Ankerbewegung. Aber auch mit einer Einfach-Lichtschrankschranke sind entsprechende Werte zu erreichen, z.B. durch eine Verfeinerung des Streifenmusters und eine Messung der von der Ankerbewegung in der Erregerwicklung induzierten Spannung, die bei einer Ankerumkehr null ist. Die beide Lichtstrahlen der gewählten Transmissions-Doppellichtschrankschranke 14 sind senkrecht bezüglich der axialen Richtung und des Streifenmusterelementes 10 ausgerichtet sind. Deren beide Lichtschrankschrankelemente 16a und 16b sind dabei vorteilhaft so axial positioniert, dass sie nicht dasselbe Rastermaß wie benachbarte lichtdurchlässige Streifen 12i haben, sondern ihre Mitten weiter beabstandet sind als die Mitten benachbarter Streifen. Die örtliche Auflösung der Doppellichtschrankschranke 14 liegt bei ca. 1/4 der Periodenlänge des Lichtschrankskamms. Außerdem ermöglicht die Doppellichtschrankschranke die Erkennung der Bewegungsrichtung des Ankers.

[024] In dem Übergang zwischen hell und dunkel ist weitere Information enthalten. Durch Subtraktion oder Addition der beiden Lichtschrankschrankensignale entstehen neben den 90°-Signalen noch 45°-Signale, wodurch die Auflösung auf 1/8 der Periodenlänge erhöht werden kann. Hierzu und auch sonst sollte die Periodenlänge des Streifenmusters auf den axialen Abstand der beiden Lichtschrankschrankensammler des Doppellichtschrankschranke abgestimmt sein.

[025] Der als Ausführungsform des Streifenmusterelementes 10 vorgesehenen Lichtschrankskamm enthält vorteilhaft zusätzlich noch mindestens einen Triggersignalstreifen 17 z.B. in Form eines längeren Striches. Dieser Streifen ist vorzugsweise an einer Stelle angeordnet, wo die Ankergeschwindigkeit nahe ihres Maximums ist. Das Triggersignal, das einer bekannten Position entspricht, dient in erster Linie der Kalibrierung der Ortsmessung, die vorteilhaft in jeder Halbwelle der Ankerbewegung



durchgeführt wird. Des weiteren kann das Triggersignal als solches vorteilhaft in einem Algorithmus zur Regelung der Ankerposition verwendet werden.

- [026] Durch geeignete halbüberlappende Anordnung der Doppellichtschranke 14 gemäß Figur 2 kann die Doppellichtschranke direkt zur Auswertung des Triggersignals verwendet werden. Da beispielsweise LED-Fototransistorpaare der Transmissions-Doppellichtschranke 14 geometrisch höher als breit gewählt werden und vertikal so anzuordnen sind, dass der normale Lichtschrankenkegel ohne Triggerstreifen 17 nur etwa halb abgedeckt wird, kann so an der Signalamplitude, die die Doppellichtschranke liefert, auch das Überfahren des Triggersignalstreifens erkannt werden.
- [027] Das Triggersignal wird zwingend nur während des Motoranlaufes benötigt. Eine kostengünstige Variante nutzt daher zum Auswerten des Triggersignals einen Signaleingang z.B. AD-Wandler, der am Anfang des Anlaufes noch nicht zwingend benötigt wird, z.B. den AD-Eingang eines Stromsensors.
- [028] Alternativ liegt die Referenzmarke außerhalb des Normarbeitsbereichs. Durch einmaliges Überschreiten des Normbereichs beim Anlauf kann so mit den selben Sensoren die absolute Ankerposition detektiert werden.
- [029] Unabhängige Messverfahren wie z.B. eine elektrische Kontaktmessung bei Berührung einer Referenzmarke können ebenfalls als Referenzverfahren eingesetzt werden. Auf das vorbeschriebene optische Triggersignal könnte dann gegebenenfalls verzichtet werden. Wird eine entsprechende Referenzmarke zu einem oberen oder unteren Anschlag bzw. Totpunkt einer Last wie z.B. eines Kompressorkolbens justiert, so können die Koordinatensysteme der Last und somit des Antriebs kalibriert werden.
- [030] Der Lichtschrankenkegel kann auch nicht-äquidistant ausgeprägt sein mit maximaler Ortsauflösung nahe der Ankerumkehrpunkte und verringerter Ortsauflösung im Bereich maximaler Ankergeschwindigkeit.
- [031] Durch zeitliche Differentiation der mit der Lichtschranke gemessenen Position ergibt sich ein Messwert für die Ankergeschwindigkeit.
- [032] Alternativ kann dieses transmissive Verfahren auch reflektiv aufgebaut sein. Hierzu muss das Streifenmuster mit spiegelnden und absorbierenden Strichmustern versehen sein. Ein reflektives Verfahren hat den Vorteil, dass man auf gegenüberliegenden Seitenflächen des Ankers bzw. eines damit verbundenen Trägers Streifenmuster aufbringen kann, die gegebenenfalls sogar unterschiedlich hinsichtlich Streifenbreite und -anordnung sind. Hiermit lässt sich nicht nur die Messgenauigkeit erhöhen; es kann eine Seite auch zu einer Referenzmessung dienen.
- [033] Während des Anlaufs bei Druckausgleich eines mit dem Linearantrieb mechanisch gekoppelten Verdichters können weiterhin durch eine spezielle Ansteuerung der Kolbenanschlag dieses Verdichters sowie ein weiterer Anschlag auf der kolbenabgewandten Seite "sanft" bestimmt werden. Die kolbenabgewandte Seite kann in allen



Betriebszuständen vom Antrieb erreicht werden und kann somit als betriebszustandsunabhängiges Referenzsignal beim Anlaufen genutzt werden.

[034] Das Streifenmuster-element mit Auswertung kann weiterhin bei der Herstellung des Antriebes zur Vermessung der mechanischen Toleranzen in Bewegungsrichtung sowie der Funktionsprüfung eingesetzt werden z.B. Messen des Hubes, Messen der Anschläge, gegebenenfalls auch bei einer Fremdbewegung.

[035] Die Ausführungsform des Ankers 8 mit einem Streifenmuster-element und Doppellichtschranke nach Figur 3 unterscheidet sich von der nach Figur 2 im Wesentlichen dadurch, dass eine Transmissions-Doppellichtschranke 14 verwendet wird, die von dem normalen Lichtschranken-kamm eines Streifenmuster-elementes 20 ohne Triggerstreifen voll abgedeckt wird. Das durch einen Triggerstreifen 21 hervorgerufene Triggersignal wird dann mit einer zusätzlichen Transmissions-Einfachlichtschranke 22 erkannt.

[036] Das Diagramm der Figur 4 zeigt die Messung der Ankerposition  $x$  (in mm) in Abhängigkeit von der Zeit  $t$  (in s) für eine konkrete Ausführungsform einer linearen Linearantrieb.

[037] In entsprechender Darstellung zeigt das Diagramm der Figur 5 für diese konkrete Ausführungsform die Messung der Ankergeschwindigkeit  $v_A$  (in m/s) in Abhängigkeit von der Zeit  $t$  (in s). In dem Diagramm sind bezeichnet

[038] mit K1 die Kurve der realen Geschwindigkeit,

[039] mit K2 die Kurve des geglätteten Lichtschrankenmesswertes,

[040] mit K3 die Kurve des Lichtschranken-Geschwindigkeits-messwertes

[041] und

[042] mit K4 der zum Triggerzeitpunkt ermittelte und danach gehaltene Geschwindigkeitswert.

[043] Selbstverständlich sind neben den vorstehend angesprochenen Mitteln zu einer optischen Erfassung der Ankerposition und abgeleiteter Größen wie Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung zusätzlich noch weitere, an sich bekannte, nicht-optische Mittel bei einem erfindungsgemäßen Linearantrieb zur Anwendung zu bringen. So kann beispielsweise eine –Kalibrierung der Absolutposition des Ankers über ein unabhängiges, anderweitiges Triggersignal wie z.B. mittels eines elektrischen Kontaktes erfolgen.

[044] Bei den in den Figuren angedeuteten Streifenmuster-elementen wurde davon ausgegangen, dass diese starr mit dem Ankerschlitten verbunden sind und die Einfach- oder Doppellichtschranke ortsfest angeordnet ist. Da es aber nur auf die Relativbewegung zwischen diesen Teilen ankommt, könnte sich z.B. die Lichtschranke auch auf dem Ankerschlitten befinden bei ortsfestem Streifenmuster-element oder anderweitig beweglich befestigt sein.

[045] Bezugszeichenliste

- [046] 2 Linearantrieb
- [047] 4 Erregerwicklung
- [048] 5 Jochkörper
- [049] 7 flitzartiger Bereich
- [050] 8 Anker
- [051] 9, 9' Federn
- [052] 10 Streifenmusterelement
- [053] 11i lichtundurchlässige Streifen
- [054] 12i lichtdurchlässige Streifen
- [055] 14 Lichtschanke
- [056] 16a, 16b Lichtschankenelemente
  - 1. Triggersignalstreifen
  - 1. Streifenmusterelement
- [057] 21 Triggersignalstreifen
- [058] 22 Lichtschanke
- [059] P Positionsmarke
- [060] L maximale Auslenkung
- [061] x axiale Richtung
- [062] H Ankerhub
- [063] m1, m2 Magnetisierungsrichtung
- [064] V Verdichter
- [065] PM1, PM2 Permanentmagnete
- [066] T Zeit
- [067]  $v_A$  Geschwindigkeit.
- [068] K1, K2, K3, K4 Kurven
- [069]

## Ansprüche

- [001] Reversierender Linearantrieb mit mindestens einer mit einem veränderlichen Strom zu beaufschlagenden Erregerwicklung, mit einem magnetischen Anker, der von einem Magnetfeld der Erregerwicklung in eine lineare, in einer axialen Richtung mit einem Ankerhub oszillierende Bewegung zu versetzen ist, sowie mit Mitteln zur Erfassung der Ankerposition, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur Erfassung zumindest der Ankerposition ein sich zumindest über den gesamten axialen Ankerhub (H) erstreckendes Streifenmuster-element (10, 20) mit alternierender Anordnung von lichtdurchlässigen Streifen (12i) und nicht-lichtdurchlässigen Streifen (11i) oder von lichtreflektierenden Streifen und nicht-lichtreflektierenden Streifen sowie wenigstens eine Lichtschranke (14) mit lichtaussendenden und lichtempfangenden Teilen, deren Lichtstrahlen zumindest annähernd senkrecht bezüglich der axialen Richtung und des Streifenmuster-elementes (10, 20) ausgerichtet sind, aufweisen.
- [002] Antrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Streifenmuster-element (10,20) mit dem Anker (8) starr verbunden ist.
- [003] Antrieb nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtschranke (14) als eine Doppellichtschranke ausgebildet ist.
- [004] Antrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die lichtdurchlässigen und nicht-lichtdurchlässigen Streifen (12i, 11i) oder die lichtreflektierenden und nicht-lichtreflektierenden Streifen jeweils die gleiche axiale Ausdehnung aufweisen.
- [005] Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einige der lichtdurchlässigen Streifen (12i) und/oder der nicht-lichtdurchlässigen Streifen (11i) bzw. der lichtreflektierenden Streifen und/oder nicht-lichtreflektierenden Streifen ungleiche axiale Ausdehnungen aufweisen.
- [006] Antrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Ausdehnung der lichtdurchlässigen und/oder nicht-lichtdurchlässigen Streifen (12i bzw. 11i) bzw. der lichtreflektierenden und/oder nicht-lichtreflektierenden Streifen jeweils unter 0,25 mm liegt.
- [007] Antrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine kammartige Ausbildung des Streifenmuster-elementes (10).
- [008] Antrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Streifenmuster-element (10) zusätzlich mindestens einen Triggerstreifen (17, 21) aufweist.
- [009] Antrieb nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Triggerstreifen (17,

21) in einem Bereich nahe der maximalen Geschwindigkeit des schwingenden Ankerteils (8) angeordnet ist.

- [010] Antrieb nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Triggerstreifen (17) von der Lichtschranke (14) mit zu erfassen ist.
- [011] Antrieb nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass dem Triggerstreifen (21) eine gesonderte Lichtschranke (22) zugeordnet ist.
- [012] Antrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich Mittel zu einer Erfassung der Geschwindigkeit des Ankers (8) und/oder dessen Bewegungsrichtung vorgesehen sind.
- [013] Antrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Anker (8) mit einem Pumpkolben eines Verdichters (V) starr verbunden ist.



FIG 1

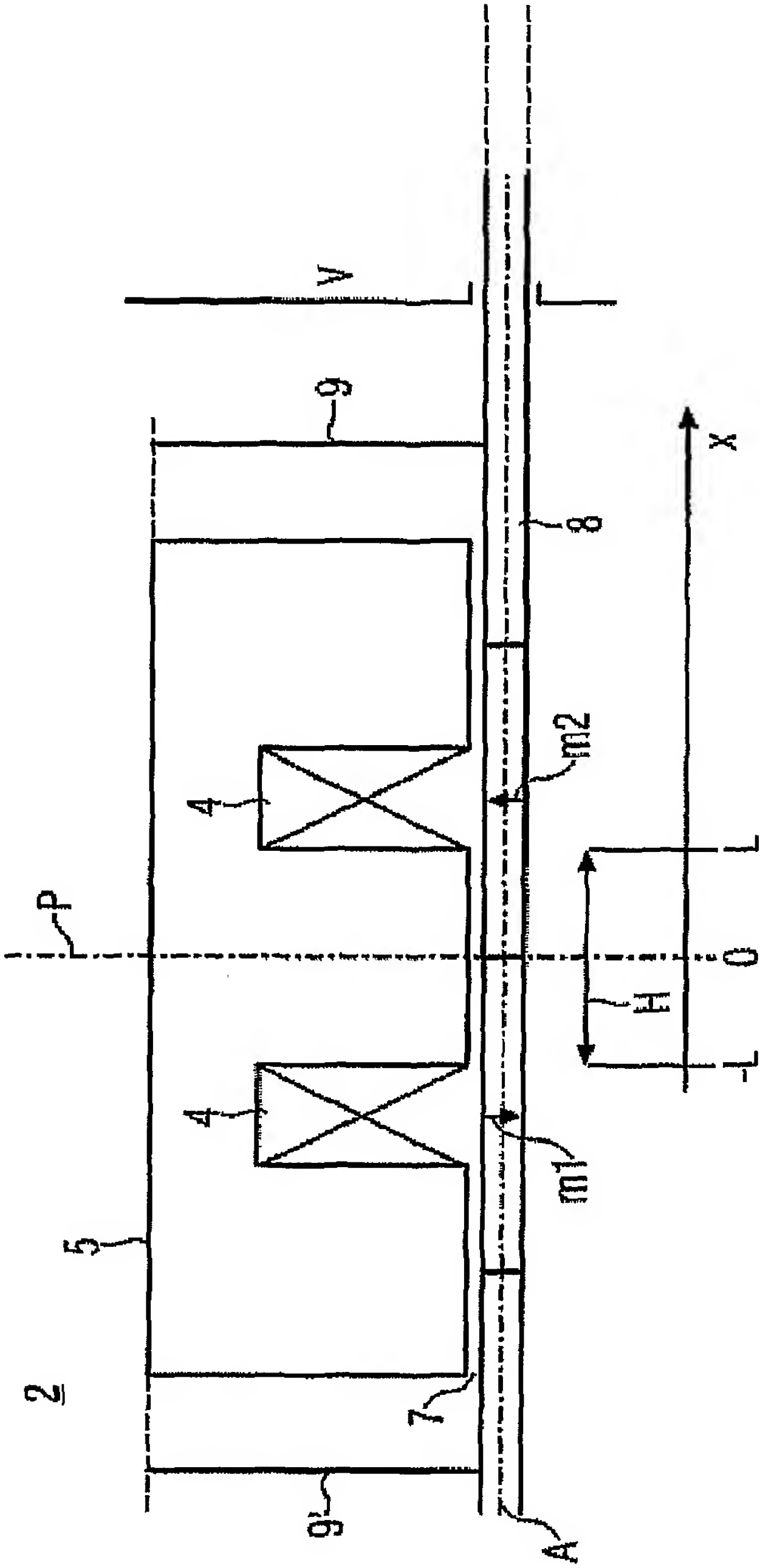


FIG 2

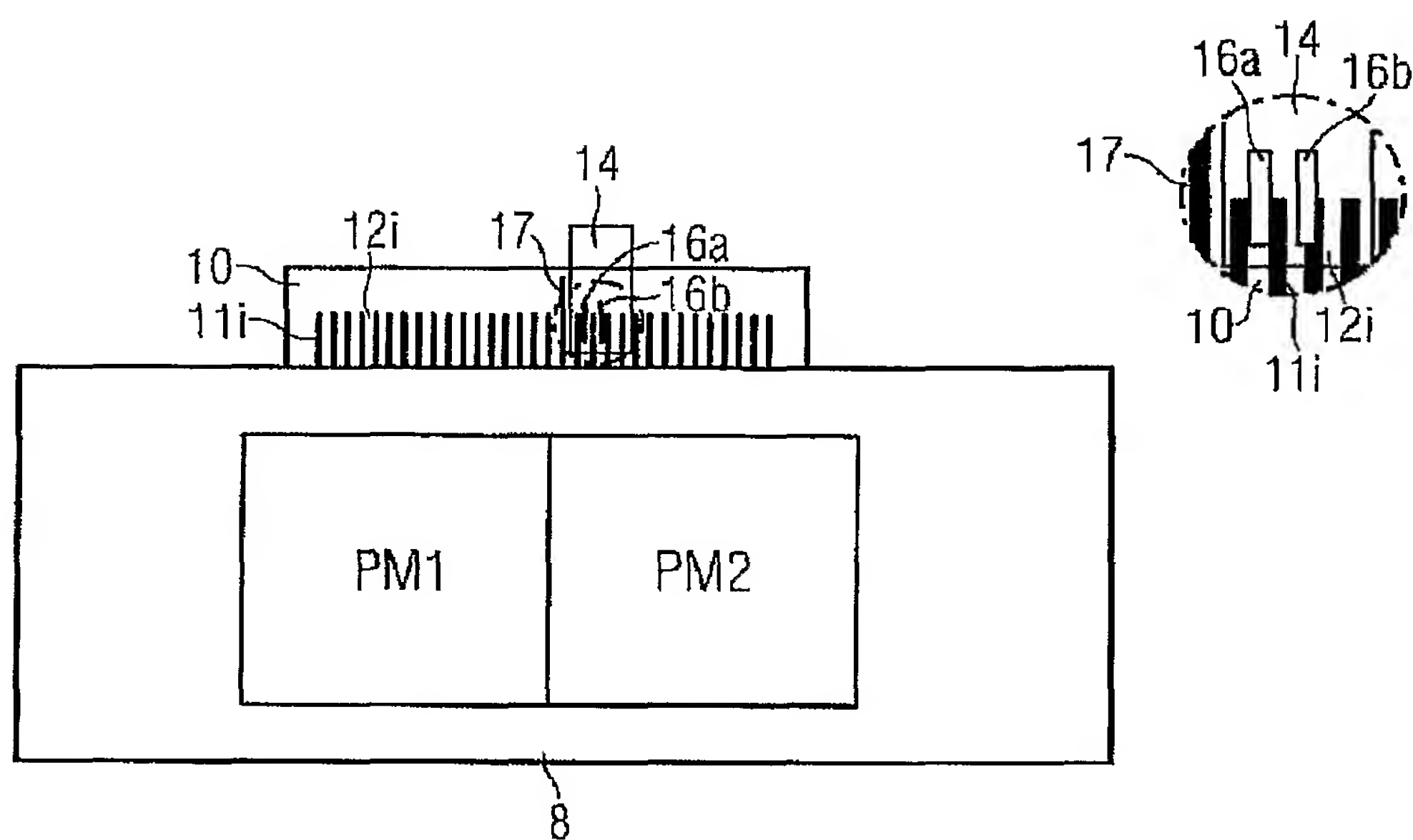


FIG 3

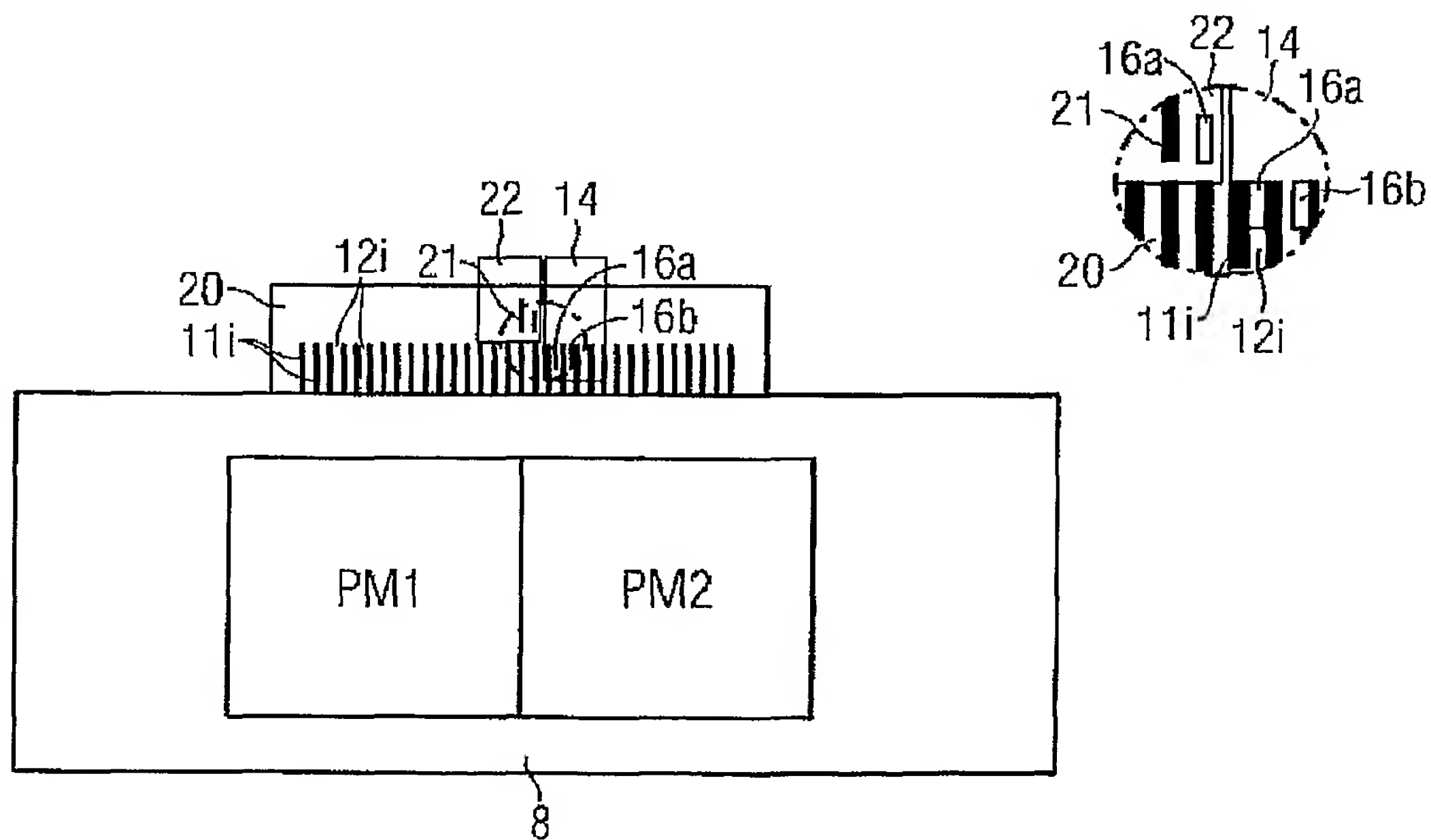


FIG 4

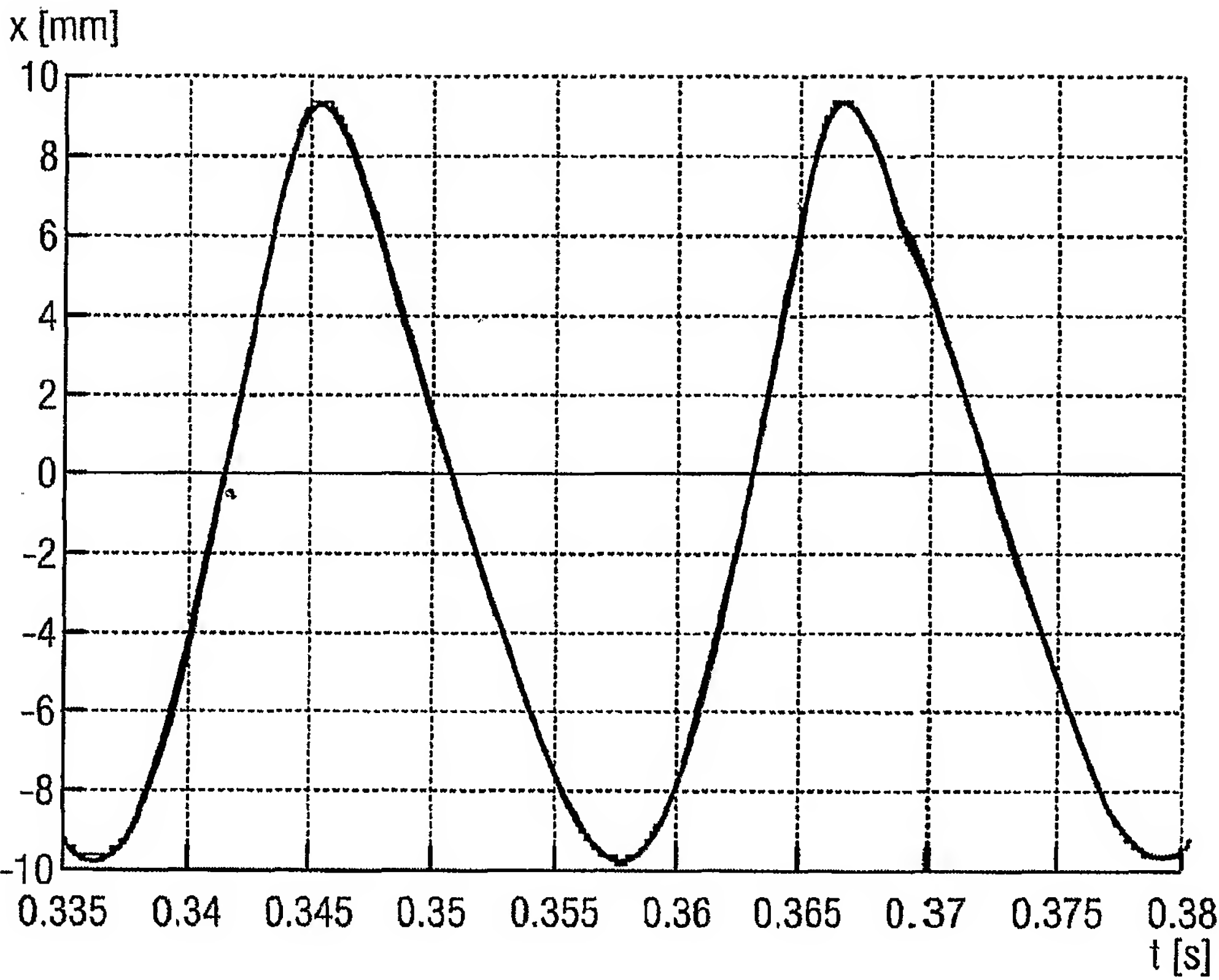
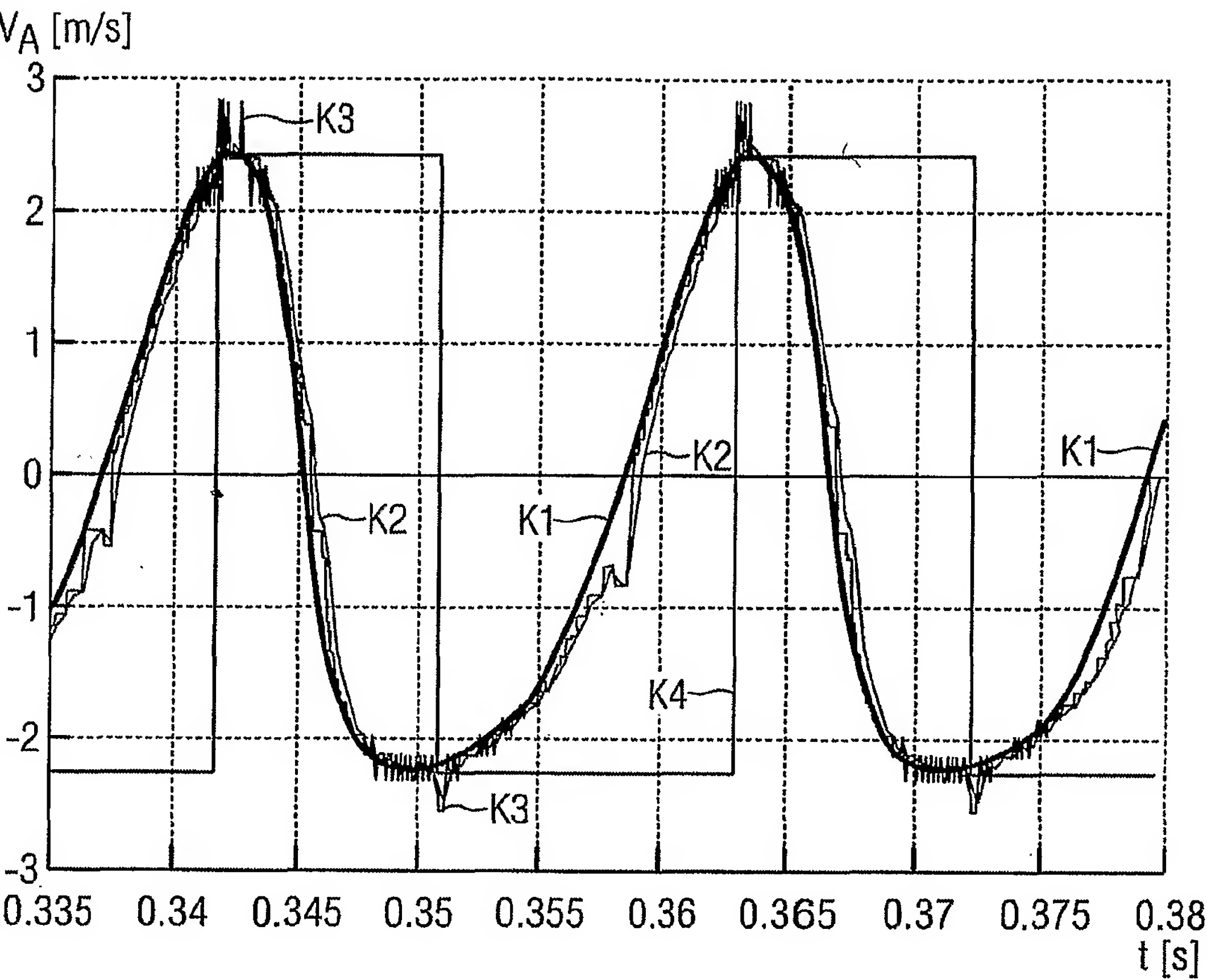


FIG 5





# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/050952

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7 G01D5/347 H02K33/10 F16F9/32		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 G01D H02K F16F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 463 300 A (MAYNE ET AL) 31 July 1984 (1984-07-31)	1,2,4
Y	column 7, lines 16-34; figures 2,3 -----	1-13
X	DE 195 34 758 A1 (YOKOGAWA ELECTRIC CORP., MUSASHINO, TOKIO/TOKYO, JP) 28 March 1996 (1996-03-28)	1,2,4
Y	abstract -----	1-13
Y	WO 95/01510 A (PARTEK CARGOTEC OY; SALMI, TEIJO; SIREN, STEN) 12 January 1995 (1995-01-12) abstract; figures 1-3 -----	1-11,13
X	DE 297 13 979 U1 (TEXTILMA AG, HERGISWIL, CH) 16 October 1997 (1997-10-16) pages 4-5; figure 1 -----	1,2,4
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.</span> <span><input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.</span> </div>		
* Special categories of cited documents : <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>*L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>*Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>* &amp; * document member of the same patent family</p> </div> </div>		
Date of the actual completion of the international search  <div style="text-align: center; font-weight: bold;">9 June 2005</div>		Date of mailing of the international search report  <div style="text-align: center; font-weight: bold;">21/06/2005</div>
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  <div style="text-align: center; font-weight: bold;">Kallinger, C</div>

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/EP2005/050952

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4463300	A	31-07-1984	DE 3233606 A1 FR 2513382 A1 GB 2105879 A , B JP 58066595 A	05-05-1983 25-03-1983 30-03-1983 20-04-1983
DE 19534758	A1	28-03-1996	JP 3438344 B2 JP 8098574 A JP 3017927 B2 JP 9026333 A US 5742136 A	18-08-2003 12-04-1996 13-03-2000 28-01-1997 21-04-1998
WO 9501510	A	12-01-1995	WO 9501510 A1 AU 4503293 A DE 4397478 T0	12-01-1995 24-01-1995 27-06-1996
DE 29713979	U1	16-10-1997	AU 7517998 A WO 9901600 A1 CN 1250494 A , C DE 59802648 D1 EP 0993515 A1 ES 2170495 T3 HK 1024032 A1 JP 2002508037 T TW 457309 B US 6182476 B1	25-01-1999 14-01-1999 12-04-2000 21-02-2002 19-04-2000 01-08-2002 09-08-2002 12-03-2002 01-10-2001 06-02-2001

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2005/050952

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 G01D5/347 H02K33/10 F16F9/32

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )  
IPK 7 G01D H02K F16F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 463 300 A (MAYNE ET AL) 31. Juli 1984 (1984-07-31)	1,2,4
Y	Spalte 7, Zeilen 16-34; Abbildungen 2,3	1-13
X	DE 195 34 758 A1 (YOKOGAWA ELECTRIC CORP., MUSASHINO, TOKIO/TOKYO, JP) 28. März 1996 (1996-03-28)	1,2,4
Y	Zusammenfassung	1-13
Y	WO 95/01510 A (PARTEK CARGOTEC OY; SALMI, TEIJO; SIREN, STEN) 12. Januar 1995 (1995-01-12)	1-11,13
X	DE 297 13 979 U1 (TEXTILMA AG, HERGISWIL, CH) 16. Oktober 1997 (1997-10-16) Seiten 4-5; Abbildung 1	1,2,4

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. Juni 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

21/06/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kallinger, C

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/050952

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4463300	A	31-07-1984	DE 3233606 A1	05-05-1983
			FR 2513382 A1	25-03-1983
			GB 2105879 A ,B	30-03-1983
			JP 58066595 A	20-04-1983
DE 19534758	A1	28-03-1996	JP 3438344 B2	18-08-2003
			JP 8098574 A	12-04-1996
			JP 3017927 B2	13-03-2000
			JP 9026333 A	28-01-1997
			US 5742136 A	21-04-1998
WO 9501510	A	12-01-1995	WO 9501510 A1	12-01-1995
			AU 4503293 A	24-01-1995
			DE 4397478 T0	27-06-1996
DE 29713979	U1	16-10-1997	AU 7517998 A	25-01-1999
			WO 9901600 A1	14-01-1999
			CN 1250494 A ,C	12-04-2000
			DE 59802648 D1	21-02-2002
			EP 0993515 A1	19-04-2000
			ES 2170495 T3	01-08-2002
			HK 1024032 A1	09-08-2002
			JP 2002508037 T	12-03-2002
			TW 457309 B	01-10-2001
			US 6182476 B1	06-02-2001